

REVESTIMIENTOS TRADICIONALES DE LOS PATIOS DE MADRID. SOLUCIONES ACTUALES Y ALTERNATIVAS

ROSA BUSTAMANTE, FRANCISCO GONZÁLEZ, FÉLIX LASHERAS y DAVID SANZ

Universidad Politécnica de Madrid

RESUMEN:

El objetivo de la presente investigación llevada a cabo en el Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la Universidad Politécnica de Madrid, es la recuperación de los tradicionales morteros de yeso de revestimiento de los patios madrileños. Estas intervenciones de rehabilitación resultan problemáticas debido a la naturaleza de los soportes y a la evolución de técnicas y materiales, siendo necesario estudiar posibles mejoras de las soluciones habitualmente empleadas con objeto de aumentar la durabilidad del revestimiento. Por lo que se propone un sistema constructivo que garantice la separación del revoco y la madera del entramado, de tal manera que permita el intercambio higrométrico entre madera y ambiente, con un mortero de yeso de proyección, cal en pasta y arena de sílice. El estudio experimental desarrolla diversas dosificaciones del mortero manteniendo la misma consistencia para conocer sus propiedades y características. several volume admixtures with the same pasty consistency, testing the physical properties.

ABSTRACT:

The recovery of mortars cladding of traditional interior courts of Madrid is the aim of the current investigation, developed at the Department of Construction and Architectural Technology in Polytechnic University of Madrid. These rehabilitation works have many problems, due to technological changes in building materials and construction techniques. It is necessary to improve the gypsum external mortar durability. In order to accomplish a better building system with a good physical and mechanical behaviour, a new mortar spreading gypsum-putty lime and silica sand based is proposed. The experimental study developed several volume admixtures with the same pasty consistency, testing the physical properties.

1. Introducción

Desde tiempos desconocidos, pero probablemente desde la abolición de la *Regalía de Aposento*, cuando ya se posibilita *realmente* la construcción de edificios de viviendas con más de una planta de altura, se va configurando en Madrid un sistema constructivo que, si no exclusivamente propio, tiene claras características distintivas de otros tipos utilizados en diferentes zonas y ciudades de España. Entre estas características, son relevantes la utilización de entramados estructurales de madera, y su revestimiento exterior con yeso en el caso de las fachadas a los patios interiores (llamados *de luces* o *de parcela*). La coordinación de ambos sistemas, soporte y revestimiento, aparentemente resuelta sin grandes problemas en el pasado, se ha revelado como muy problemática en las actuales obras de reparación o de rehabilitación del patrimonio arquitectónico de Madrid, siendo muy frecuente que las reparaciones o sustituciones de los revestimientos hechas en estos patios, a veces consecuencia de otras intervenciones en la estructura de los edificios, manifiesten en muy poco tiempo problemas de fisuración y desprendimiento. Esto puede ser debido, en parte, al envejecimiento de los elementos constructivos conservados, a la mutua adaptación de las partes conservadas con las reformadas, y también, y quizás más significativamente, al cambio sufrido por la constitución de los materiales actualmente en el mercado, a la transformación de las técnicas de ejecución y al olvido de las más tradicionales, en paralelo a la falta de cualificación, en muchos casos, de la propia mano de obra. Por todo ello, el presente trabajo pretende describir alguna de las causas y avanzar en las posibles soluciones de la problemática presentada.

2. El revestimiento tradicional de los patios madrileños

La técnica

Como se ha expuesto, la solución más frecuentemente utilizada en la construcción madrileña anterior al S.XX, y aun en los inicios de éste, para el revestimiento de los patios de luces, ha sido el guarnecido con yeso de sus paramentos. La razón de esto habría que buscarla en una combinación de aspectos puramente prácticos, que irían desde la permanente tradición mudejarista de la construcción madrileña a la abundancia y economía de yeso que, aplicado en espesores de varios centímetros (entonces eran pulgadas) proporciona una protección suficiente, aunque no exenta de riesgo, a los elementos estructurales de madera. En efecto, por un lado la poca dimensión de los patios, el vuelo de los aleros (a veces mínimo para no reducir la entrada de luz), y el *trabajo y reprieto* del yeso, y su propia constitución, evitaban suficientemente que el agua de lluvia no llegara a estar en contacto con la madera, o al menos no durante mucho tiempo, pues, en climas como el madrileño, con muy escasos periodos de lluvia prolongada, el rápido secado del yeso permitía esta solución, a la vez que, sin necesidad de pintura, proporcionaba una superficie lisa, reflectante, clara y luminosa, tan necesaria en los patios aludidos.

Los materiales

En cuanto al yeso, que entonces todavía era *negro* o *blanco*, tenía la composición y granulometría adecuada para esta función. En comparación con los yesos actuales, su composición era bastante más heterogénea, con mezcla de fases (dihidrato, semihidrato y anhídrido) y su grano, también era bastante más grueso (y heterogéneo) que en la actualidad. Tampoco podemos desear el papel de las impurezas, arcillas y calizas principalmente, ni

mucho menos el de la ceniza culpable de la *negrura* del yeso. En definitiva, el yeso antiguo, tenía un comportamiento mucho más plástico que el actual, siendo más capaz de seguir a su soporte murario, y más concretamente a la madera, en sus movimientos higrotérmicos, aunque la adherencia entre el yeso y la madera, imposible por la propia naturaleza de estos materiales, se confiaba a las tomizas de esparto liadas alrededor de carreras y pies derechos. La solución funciona, evidentemente, dentro de ciertos límites, y como muy pocos revestimientos de yeso permanecen toda la vida del edificio indemnes a la acción del agua, también ha sido frecuente el *parcheado* y la reposición periódica de la cara más exterior que, como capa de sacrificio, podría requerir la renovación del enlucido.

La conservación

Ha sido, precisamente en las labores de mantenimiento y de rehabilitación en las que, en los últimos años, se ha planteado la disyuntiva entre la conservación y la sustitución, y entre las diferentes soluciones técnicas a estas opciones que pasamos a describir brevemente y a comentarlas.

3. Soluciones actuales de reparación

Entre las alternativas actualmente más utilizadas, encontramos las siguientes.

Morteros de cemento

La primera, y más radical, consiste en picar todo el revestimiento, hasta el ladrillo, y sustituirlo por un enfoscado de cemento, mucho más *fuerte e impermeable* que el de yeso, y además pintar la superficie con pintura plástica de exteriores. Desde el principio, se plantean problemas con las diferencias de espesor entre el revestimiento original y el de sustitución, siendo prácticamente imposible conseguir la adecuada planidad del acabado, salvo que se llegue a espesores exagerados e incompatibles con esta técnica. El resultado no se hace esperar, y la retracción del cemento, la movilidad del edificio, y la falta de adherencia entre el mortero y la madera, hacen que en muy pocos meses el revestimiento se cuartee marcando la retícula estructural y la posición de las maderas, a las que rápidamente entra el agua que resbala por el paramento y que encuentra una fisura propicia (*foto 1*). Esta solución se ha pretendido mejorar incorporando una *tela de gallinero* claveteada a los elementos de madera, para *puentear* el paso del revestimiento, pero ésta es una solución inadecuada por la deformabilidad de la retícula hexagonal de esta armadura, y por la oxidabilidad de sus alambres, de muy reducido diámetro, a pesar de su protección mediante galvanizado.

Existen otras alternativas que, manteniendo el enfoscado de cemento, mejoran a la anterior, como puede ser su armado más extenso, fijando la armadura, también, al soporte de fábrica, emplear malla de alambre electrosoldado, o de fibra de vidrio y poliéster, etc., pero, aunque se mejora el comportamiento del revestimiento, se mantienen sus problemas principales: rigidez y escasa permeabilidad al vapor.

Pastas de yeso o de cal

Por ello, también se han planteado soluciones constructivas a base de yeso o, incluso, de cal o formulaciones a base de yeso- α^1 , aunque estas últimas, por su precio, difícilmente

¹ Por ejemplo, en la rehabilitación del patio del Museo Romántico de Madrid, realizada por Ignacio Gárate Rojas.

son asumibles por propietarios que, en la mayoría de los casos, tienen muy limitados recursos económicos. Volviendo al yeso, y como hemos dicho, los yesos actuales no son iguales que los antiguos, de los que casi tan solo conservan la designación tradicional. Su comportamiento mecánico e higrométrico es tan diferente como su composición, y con frecuencia plantean problemas de compatibilidad física entre un enlucido actual y un guarnecido antiguo. Si se pica todo el revestimiento y se hace otro nuevo con yeso, además de los problemas de espesor aludidos, se mantiene el da la rigidez y comportamiento frágil de muchos yesos comerciales que, actualmente, están más cerca de la escayola que del antiguo yeso negro. Además, tampoco el trabajo del yeso se hace como antaño, por lo que su absorción del agua de lluvia permanece como segundo *talón de Aquiles* que lleva a la *tentación* de pintar el revestimiento con una pintura plástica, error que, en este caso, casi es más grave que en el del mortero de cemento; queda la opción de pintar con *pliolite*² (Goodyear), lo que, al menos hasta el momento, no se ha revelado como mala solución². Los armados del revestimiento, totales o parciales, también mejoran la solución, pero el yeso permanece rígido y, en definitiva, tampoco parece ser esta la vía de solución del problema.

Formación de juntas

Un razonamiento constructivo evidente lleva a otras soluciones, como por ejemplo la creación de juntas para eliminar la acumulación de deformación (y de tensiones). Estas juntas, que podrían hacerse en forma similar a las habituales en revestimientos monocapa, también pueden hacerse coincidiendo con los elementos de madera que, incluso pueden dejarse vistos (aunque conveniente protegidos con barniz, pintura, lasur, etc.), lo que, ante opciones inadecuadas, como las antes descritas, es una solución más que razonable, pues permite el inmediato seguimiento de su evolución, en aras de la durabilidad, así como su fácil mantenimiento y renovación de la protección cuando sea necesario.

4. Alternativas investigadas

En resumen, todavía no hemos dado con una buena solución, actual y suficientemente estable y duradera, para la reparación o renovación del revestimiento tradicional de los patios de los edificios con entramado de madera. Sin embargo la experiencia de fracasos anteriores, nos permite señalar los problemas a resolver por la solución constructiva del revestimiento:

- Impermeabilidad (relativa), aunque mejor sería que, permaneciendo permeable, debe impedir que el agua de lluvia entre en contacto con la madera.
- Ductilidad, pues debe ser capaz de deformarse con su paramento soporte.
- Compatibilidad con los restos del revestimiento original,
- Adherencia al soporte de fábrica, e independencia de la madera.
- Y trabajabilidad y comodidad de aplicación.

Bajo estas bases, y a partir de algunas experiencias prometedoras implementadas en obras reales, se ha planteado un amplio trabajo de investigación que juega con las siguientes opciones y variables:

² Esta pintura, fabricada partir de un látex copolímero de estireno y butadieno en disolvente orgánico, penetra y se ancla bien en el soporte, contribuyendo a su consolidación a la vez que se mantiene microporosa.

- El material de partida podría ser una mezcla yeso, cal y arena.
 - El yeso aporta la base principal de esta solución constructiva, en línea con la tradición, y garantiza la compatibilidad del nuevo revestimiento con los restos del original. Dentro de los yesos actuales pensamos que el yeso de proyectar, aunque se aplique manualmente, es una alternativa interesante por sus características intrínsecas de trabajabilidad y fraguado, al ir aditivado convenientemente para ello. Además, sus características mecánicas finales resultan muy adecuadas para su función específica como revestimiento antes que como pasta de agarre.
 - La cal aporta plasticidad y durabilidad a la mezcla, contribuyendo, por su más lento endurecimiento, a consolidar y estabilizar dimensional y mecánicamente a la mezcla.
 - Y la arena, además de abaratar la mezcla, contribuye a eliminar sus posibles retracciones³
- En cuanto al sistema constructivo, y para mayor garantía de sus resultados, pensamos que deben mantenerse las opciones de armado, al menos en el *paso de maderas*, si estas no se dejan vistas. Asimismo creemos conveniente garantizar la separación de materiales revoco-madera, especialmente cuando, si ha sido necesario el picado del revestimiento original, se han eliminado las lias de esparto. En cualquier caso, una vez descubierta la madera, se hace imprescindible proceder a su adecuada protección, al menos, mediante un biocida de amplio espectro.
 - Respecto a la separación madera-revestimiento, y según espesor disponible podría utilizarse desde una lámina de polietileno hasta una plancha de EPS para garantizar la independencia del revestimiento respecto a los movimientos higrotérmicos de la estructura. En estos casos, la proximidad entre ambos materiales debería ser tal que permitiera el movimiento del vapor entre ambos, y así el intercambio higrométrico entre madera y ambiente.
 - En cuanto al armado del revestimiento, una vez proscrita definitivamente la *tela de gallinero*, la mejor opción, por su estabilidad, durabilidad, y facilidad de colocación, es la armadura de fibra de vidrio revestida con poliéster, anclada mediante rosetas de poliamida a la fábrica.
 - En la terminación del revestimiento se debe poner especial atención al *repriete* final, intentando dejar una superficie lo más compacta y tersa posible, aunque creemos que el mejor acabado final es una pintura de pliolite aplicada tras la cuidada preparación del soporte.

5. Trabajo experimental

Para intentar avanzar en la gama de soluciones disponibles y conocer las características de

Material experimental

Para los ensayos hemos utilizado yeso de proyectar Iberplaco Proyal 2, cal en pasta procedente de terrones suministrados por CALCASA, apagada en balsas, y arena de obra, suministrada en bolsas, y tamaño máximo 1 mm, con humedad media del 10%.

³ Misteriosamente, en muchos yesos actuales la retracción posterior al fraguado es mayor que la expansión sufrida durante el mismo, por lo que finalmente resulta un estado tensional muy propicio a la fisuración por (re)tracción, incluso durante bastante tiempo después de haber terminado su endurecimiento.

Dosificaciones ensayadas

Partiendo siempre de dosificaciones volumétricas, las series ensayadas correspondían a un primer planteamiento de utilizar mezclas conglomerante/arena (*c/s*) en proporciones 1/1, 1/2 y 2/1, cambiando las proporciones en la fracción conglomerante (yeso + cal) en forma que su proporción yeso/cal (*y/k*) fuera 1/1, 1/2 y 2/1. Se obtienen así 9 dosificaciones tipo con valores *y/k/s* de 111, 112, 114, 123, 126, 213, 216, 243 y 423. A estas 9 series, se han añadido dos más, por haberlas considerado de interés práctico, con proporción 113 y 214. En todas las series la cantidad de agua utilizada ha sido la que el aplicador ha considerado necesaria para obtener la plasticidad adecuada al tendido, aunque hay que tener en cuenta que, al utilizar cal en pasta, ésta aporta buena parte del agua necesaria, así como la propia de la humedad de la arena; por ello, en dosificaciones, como la 123 y 243 no ha sido necesaria la incorporación de más agua que la aportaron los componentes de la mezcla.

En la aplicación sobre soportes cerámicos no ha sido necesaria su humectación debido a la retención de agua que ejercen los aditivos del yeso de proyectar y la cal. Asimismo, el aplicador señaló la tendencia al descuelgue de las mezclas más ricas en cal, y el agarre de la llana en las más ricas en yeso; por el contrario, en las mezclas con mayor proporción de arena, el deslizamiento de la llana sobre el paramento tendido resultó mucho más fácil. Asimismo, dejó constancia de la importancia de terminar el tendido con un repaso y apretado final de la mezcla, antes de que terminase su proceso de endurecimiento, y tras dejarla reposar varios minutos después de la terminación del tendido de la mezcla.

6. Resultados

Las dosificaciones empleadas, y la cantidad de agua requerida para su amasado hasta la consistencia adecuada, se dan en la *tabla 1*. Teniendo en cuenta que las proporciones utilizadas son en partes enteras, y en volumen, en la tabla se indican, también, los porcentajes volumétricos correspondientes.

DOSIFICACIÓN PROPORCIONAL (PARTES)				DOSIFICACIÓN VOLUMÉTRICA (%)				ESCURRIMIENTO
YESO	CAL	ARENA	AGUA	YESO	CAL	ARENA	AGUA	ØCM
1	1/2	3/4	1/4	40	20	31	10	13,0
1	1/2	1 ½	1/2	29	14	43	14	12,8
1	1/2	2	1/2'5	26	13	51	10	12,8
1	1/2	3	1/2'5	20	10	61	8	12,6
1	1	1	1/3	27	27	27	18	13,6
1	1	2	1/4	23	23	47	6	13,8
1	1	3	1/5	19	19	57	4	12,7
1	1	4	1/5	16	16	64	3	13,9
1	2	1 ½	0	22	44	33	0	13,5
1	2	3	0	17	33	50	0	14,4
1	2	6	1/3	11	21	64	4	14,2

Tabla 1. Dosificaciones ensayadas y diámetro de asentamiento en mesa de sacudidas.

En la *tabla 2* se indican los valores del coeficiente de absorción (C_a), permeabilidad al vapor de agua, medida como cantidad de vapor que atraviesa un disco 75mm de diámetro y 1cm de espesor de la mezcla ensayada, resistencia a flexión en probetas normalizadas de 4x4x16cm, y densidad aparente determinada en balanza hidrostática, para las dosificaciones ensayadas que, provisionalmente, nos han parecido más interesantes.

yesso	cal	arena	agua	C_a (%)	Permeabilidad al vapor de agua (g)	$\sigma_{flexión}$ kg/cm ²	$\gamma_{aparente}$ g/cm ³
1	1/2	1 ½	1/2	13	1,41	12,17	1,67
1	1	1	1/3	13	1,89	7,20	1,47
1	1/2	3	1/25	17	2,25	—	1,60
1	1/2	2	1/2'5	22	1,49	8,65	1,49
1	1	2	1/4	22	3,14	4,75	1,19

Tabla 2. Propiedades físicas de algunas dosificaciones ensayadas.

Interpretación de resultados

En primer lugar, queremos resaltar el hecho de que todas las dosificaciones empleadas han resultado, en general, secas, con diámetros de asentamiento en la mesa de sacudidas relativamente bajos. En cualquier caso, hemos observado que la plasticidad de la mezcla, medida por el diámetro de escurrimiento, aumenta cuando lo hace la proporción de yeso si la de cal es baja, pero disminuye cuando aumenta el yeso si la dosificación de cal es más alta; sin embargo, siempre aumenta cuando lo hace la proporción de cal, acusándose más esta tendencia según va aumentando la proporción de arena. En correspondencia con lo anterior, el escurrimiento disminuye al hacerlo la proporción de arena cuando la dosificación de cal es baja, aumentando en caso contrario. Tanto el valor máximo como el mínimo los hemos obtenidos cuando la proporción de arena es máxima, lo que nos indica que, en este caso, la "sensibilidad" de la mezcla a esta circunstancia también lo es. Asimismo el escurrimiento, en las composiciones estudiadas, tiene tendencia a aumentar cuando $y/k=0'5$, siendo menor cuando $y/k=2$, estando las proporciones $y/k=1$ en posición intermedia, influyendo en todos los casos la proporción de arena.

El coeficiente de absorción y la permeabilidad evolucionan en paralelo dando valores máximos, en las composiciones estudiadas, cuando la proporción de arena dobla a la del yeso, disminuyendo los valores, en ambos casos, tanto cuando aumenta como cuando disminuye esta relación, aunque el descenso es más acusado al disminuir el porcentaje de arena. En el ámbito del estudio, también parece que ambos valores aumentan al hacerlo el porcentaje de cal.

En cuanto a la resistencia a flexión, ensayada a los 30 días, está directamente relacionada con el contenido de yeso.

7. Conclusiones

En cuanto a las mezclas ensayadas, hemos verificado que la utilización de yeso de proyectar, aunque sea aplicado manualmente, aporta las ventajas de dotar a la mezcla de una

resistencia inicial aun dentro de un fraguado controlado, que permite el repaso y repriete de la mezcla para mejorar su consolidación superficial. Asimismo este tipo de yeso, mezclado con la cal, retiene suficientemente el agua de amasado como para que el soporte, salvo que esté sucio, no necesite ninguna humectación complementaria, sin pérdida importante de adherencia.

La cal, por su parte, ejerce un significativo papel de fluidificante de la mezcla, permitiendo el uso de dosificaciones con menor proporción de agua y, en consecuencia, menores coeficientes de absorción y mejores prestaciones mecánicas, a la vez que, por su propia naturaleza, permite mantener valores significativos en la permeabilidad de la mezcla, a lo que contribuye, igualmente, la proporción de arena que, por otro lado, también abarata el coste total de la mezcla.

Finalmente, los resultados obtenidos son suficientemente alentadores como para que merezca la pena continuar la investigación del comportamiento de las mezclas estudiadas y de otras nuevas, en situaciones reales de obra, en relación con su técnica de aplicación sobre diferentes soportes, para integrarlas en el correspondiente sistema constructivo y optimizar sus prestaciones.

8. Agradecimientos

En el presente trabajo han colaborado los alumnos de la ETSAM (UPM) Begoña de Abajo, Raquel Bascones, Carlos de Belza, Paloma Lara, Ricardo Puerta y Vicente Menchero, becarios del programa de la Comunidad de Madrid de Aprovechamiento Académico Excelente.

Finalmente, los autores quieren agradecer expresamente la colaboración y ayuda de los la empresa constructora Proiescon, S.L., sin cuya aportación de medios materiales y humanos este trabajo no hubiera sido posible.

Bibliografía

- Alejandro, F.J. (2002) Historia, caracterización y restauración de morteros. Ed. Secretariado de Publicaciones Universidad de Sevilla. Sevilla.
- Ali, N.M. Agarwal, A.K. Solankey, S.K. Handoo, S.K. (2000) "High-performance, marble like plaster coatings" Cement and Concrete Research Vol 30 pp 977-980.
- Boynton R. S. (1998) Chemistry and Technology of Lime and Limestone. Ed. John Wiley and Sons Inc. New York
- Garate, I. (1999) Artes de los yesos. Ed. Munilla-Lería Madrid
- Lasheras, F. (1989) Modelo teórico del comportamiento mecánico del yeso. Tesis doctoral.
- Moropoulou, A. Bakolas, A. Bisbikou, K. (2000) "Investigation of the technology of historic mortars" Journal of Cultural Heritage 1, pp45-58.
- Villanueva, L.; Bustamante, R., Flórez De La Colina, E. (1993): Experiencias sobre morteros de cal y yeso. Actas de las III Jornadas sobre Aplicaciones Arquitectónicas de los Materiales Compuestos y Aditivos. ETSAM, 1993.
- Villanueva, L. y García, A. (2001) Manual del Yeso. Ed ATEDY. Madrid
- Villanueva, L. Sanz, F.D. (1998) *Estudio preliminar del yeso rojo de Albarracín*. Actas de la V Jornada de aplicaciones arquitectónicas de materiales compuestos y aditivos. ETSAM, Madrid
- Villanueva, L. Sanz, F.D. García.M. (2000) *Estudio comparativo de yesos especiales* Actas de la VI Jornada de aplicaciones arquitectónicas de materiales. Madrid.